

南海北部陆架区底层渔业资源的空间分布特征

刘维达^{1,2}, 林昭进¹, 江艳娥¹, 黄梓荣¹

1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300; 2. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306

摘要: 根据2006年10月至2007年9月南海北部大陆架海域4个航次底拖网调查资料, 分析了该海域渔业资源的种类组成、种类丰富度和渔获率的空间分布。结果表明, 渔获种类数以湛江断面最多(405种), 汕头断面最少(337种)。种类数随水深变化呈非对称正态分布, 以40—80m水深组种类数最多。物种丰富度指数 D 的空间分布与种类数基本一致。在总渔获物中, 鱼类、头足类和甲壳类3大类群重量组成比例为80:12:8, 在断面分布上, 组成比例鱼类以珠江口断面最高, 头足类以湛江断面最高, 甲壳类以阳江断面最高。在水深分布上, 鱼类占比随水深的增加而增加, 头足类占比在40—100m水深较高, 甲壳类在10—20m浅水区最高。鱼类最主要的优势种有6种, 其中, 深水金线鱼主要在90—120m水深占优势, 黄鳍马面鲀在60—90m水深占优势, 条尾绯鲤在60—120m水深占优势, 单棘豹鲂鲷在120—200m水深占优势, 六指马鲛在30—60m水深占优势, 龙头鱼在10—30m水深占优势。鱼类渔获率断面分布以珠江口和粤西海域较高, 汕头海域最低; 水深分布渔获率随水深的增加而增加。头足类渔获率以粤西和珠江口海域较高, 粤东海域较低; 在100m水深范围内, 渔获率随水深的增加而增加, 100m以深渔获率减少。甲壳类渔获率以阳江断面最高, 其他断面均较低; 10—20m浅水区渔获率最高。通过与历史资料比较, 南海北部渔业资源衰退后种类更替现象十分明显, 大型优质种类数量大幅减少, 小型低值鱼类和头足类数量明显上升, 受近海捕捞压力较大影响, 鱼类的渔获率呈现随水深增加而增加分布趋势。

关键词: 南海北部; 渔业资源; 空间分布

中图分类号: P745.2 文献标识码: A 文章编号: 1009-5470(2011)05-0095-09

Spatial distribution of demersal fishery resources in the continental shelf of the northern South China Sea

LIU Wei-da^{1,2}, LIN Zhao-jin¹, JIANG Yan-e¹, HUANG Zi-rong¹

1. South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China;

2. College of Marine Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

Abstract: Based on the survey data of four cruises by otter trawl in the continental shelf of the northern South China Sea from October 2006 to September 2007, spatial distributions of species composition, species richness D , and catch rate of fishery resource were analyzed. The richest species was found along Zhanjiang transect (405 species), and the fewest species was found along Shantou transect (337 species). Species number showed a skewed normal distribution with the water depth, and more species were found at depths of 40–80m. The trend of spatial distribution of species richness D was the same as the species number. In the total catch, weight composition of the three groups of fish, cephalopoda, and crustacean was 80:12:8. For the transects distribution, the highest ratio of fish in the composition was found along Zhujiang transect, the highest ratio of cephalopoda was found along Zhanjiang transect, and highest ratio of crustacean was found along Yangjiang transect. For water depths distribution, the composition of fish increased with depth, a higher composition of cephalopoda was found at 40–100m, and the composition of crustacean at 10–20m was distinctly higher than at other depths. There were six main dominant species

收稿日期: 2011-03-26; 修订日期: 2011-06-24。卢冰编辑

基金项目: 广东省“908”专项“广东省海洋渔业资源综合评价”(GD908-02-05); 农业部财政专项“南海近海渔业资源调查”(070404)

作者简介: 刘维达(1985—), 男, 河南省焦作市人, 硕士研究生, 从事海洋渔业研究。E-mail: liuweida1985@yahoo.com.cn

通信作者: 林昭进。E-mail: scslzj@vip.tom.com

in fish. Of the dominant species, *Nemipterus bathybius* was dominant in 90–120m depth, while *Navodon xanthopterus* in 60–90m, *Upeneus bensasi* in 60–120m, *Daicocus peterseni* in 120–200m, *Polynemus sextarius* in 30–60m, and *Harpodon nehereus* in 10–30m. For transect distribution, high catch rate of fish was found in the Zhujiang estuary and western Guangdong waters, and the lowest was found along Shantou transect. For depth distribution, fish catch rate increased with water depth. Catch rate of cephalopoda was found higher in western Guangdong and Zhujiang estuary than in eastern Guangdong waters. Cephalopoda catch rate increased with water depth within 100m and decreased below 100m. The highest catch rate of crustacean was found along Yangjiang transect, and was distinctly lower along other transects. By comparison with the existing data, succession of species was distinct after the decline of fishery resources in the northern South China Sea. While the resource of large-scale and well quality species substantially decreased, the resource of small-scale and bad quality species increased obviously. Under the pressure of fishing catch power in coastal waters, the distribution of fish catch rate showed the trend of increasing with depth.

Key words: northern South China Sea, fishery resources, spatial distribution

南海北部海区属热带、亚热带海域,是我国沿海重要渔场之一,其渔业资源具有种类多,渔场分布广,产卵期长,但种类优势度较低,渔汛较弱。从20世纪50年代末期首次投入机动渔船开始,南海北部海区的渔业资源经历了初期的开发利用不足,到过度利用引起资源衰退,最后到资源衰退严重,引起人们重视而采取资源保护措施等过程。这个过程大约经历了40年时间,渔业资源衰退期主要发生在1980—2000年的20年间。

在不同时期针对不同目的,南海北部海区进行了几次大规模的渔业资源调查研究。1964—1965年为了利用近海渔业资源,在15—100m近海海域进行每月一次的周年渔业资源底拖网调查,查明了南海北部近海区的渔场和渔汛,主要经济种类的产卵季节和分布移动规律^[1]。1978—1979年,为了开发外海渔业资源,在90—300m外海海域,进行每月一次的周年底拖网调查,探明外海的渔场分布和主要经济种类^[2]。1997—1999年,为了解渔业资源衰退后的资源状况,对整个南海北部海区进行了4个航次的季度调查,研究渔业资源的历史变化趋势和渔业资源衰退后的资源结构变化^[3]。

以上几次调查的结果均形成了调查研究报告^[1-3],除此以外,费鸿年等^[4]研究了1964—1965年南海北部底层鱼类多样度的区域和季节变化,邱永松^[5]研究了1982—1984年南海北部鱼类群落的区域变化,江艳娥等^[6]和黄梓荣等^[7]根据2006—2007年南海北部大陆架区4个季度的底拖网渔业资源调查资料,研究了南海北部渔业生物多样性的季节变化。本文在江艳娥等研究的基础上,分析渔业生物种类组成和渔获率的空间分布特征,并结合历史资料,探讨渔业资源空间分布与捕捞压力及环境因素的关系。

1 材料和方法

2006年10月(秋季)、2007年1—2月(冬季)、2007年5月(春季)、2007年8月(夏季)在南海北部大陆架海区进行了4个航次的渔业资源底拖网调查。在南海北部陆架区200m等深线以浅海域,自西向东布设A(湛江)、B(阳江)、C(珠江口)、D(红海湾)、E(汕头)5个大致与等深线正交的断面,每个断面分别于10m、20m、30m、40m、60m、80m、100m、140m、180m水深处设置9个调查站位,共45个站位(图1)。

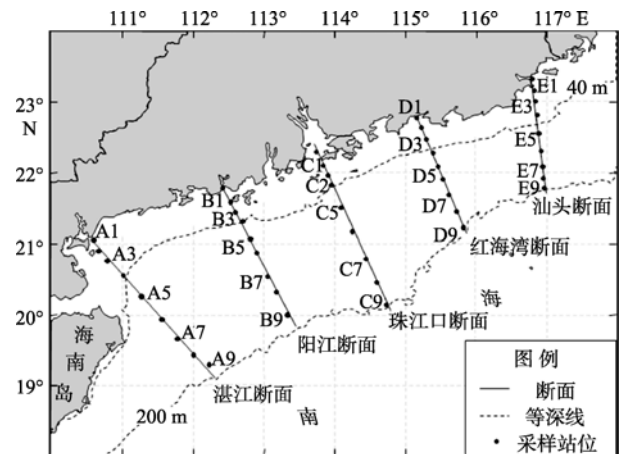


图1 2006—2007年南海北部大陆架海域渔业资源调查站位图

Fig. 1 Survey stations of fishery resources in northern South China Sea in 2006—2007

调查船为北海渔业总公司“桂合渔80151”渔船,总吨位242t,主机功率441kw。调查网具为底拖网,主尺度80.8m×59.5m,浮纲长36.6m,沉纲长59.5m,网衣长60.6m,网口周目数808目,网口网目100mm,网囊网目40mm。渔业资源调查方法均按照国家《海洋调查规范》进行,每个调查站位拖

网 1 次, 拖网时间 1h, 平均拖速 3.3kn, 拖网样品鉴定到种。

渔获种类丰富度指数采用 Margalef 公式: $D = (S - 1) / \ln N$ 计算^[8]。式中 S 为种类数, N 为个体数。

2 结果

2.1 种类组成的空间分布

2.1.1 种类数的空间分布

南海北部渔业资源种类多, 分布广。在区域分布上, 以湛江断面种类数最多, 为 405 种, 其次是珠江口断面, 374 种, 汕头断面种类数最少, 仅 337 种(表 1)。在水深分布上, 分布于 40—80m 水深海域渔业资源种类数最多, 其次是 30m 水深组和 180m 水深组, 10m 水深组种类数最少(表 2)。

表 1 渔获种类数沿断面分布

Tab. 1 Number of species in transects

季节	湛江断面	阳江断面	珠江口断面	红海湾断面	汕头断面
春季	225	179	207	192	160
夏季	214	185	204	180	186
秋季	229	206	226	203	177
冬季	187	165	183	162	143
总数	405	353	374	363	337

表 2 渔获种类数沿水深梯度分布

Tab. 2 Number of species at deferent degrees of depth

水深/m	春季	夏季	秋季	冬季	总数
> 10	96	114	101	73	189
> 20	114	109	99	87	203
> 30	125	114	129	99	229
> 40	128	114	158	106	249
> 60	128	142	139	120	262
> 80	121	131	153	117	260
> 100	95	100	118	102	204
> 140	102	102	97	90	200
> 180	101	102	138	98	229

拖网渔获物种类数区域分布呈季节变化特点, 春季以湛江断面最高, 珠江口和红海湾断面次之; 夏季以湛江断面最高, 珠江口断面次之; 秋、冬季渔

表 4 3 大类群重量组成(%)沿水深梯度分布

Tab. 4 Weight composition (%) of the three groups at various depth

	水深/m									
	> 10	> 20	> 30	> 40	> 60	> 80	> 100	> 140	> 180	
鱼类	53.94	51.35	79.40	78.32	77.59	77.57	73.12	88.80	93.03	
头足类	5.82	7.09	9.57	13.56	14.61	17.14	24.22	9.98	5.37	
甲壳类	40.24	41.55	11.10	8.11	7.80	5.29	2.66	1.22	1.60	

业资源种类数以湛江和珠江口断面较高, 阳江和红海湾断面次之(表 3)。从全年来看, 湛江断面 4 个季节的渔获物种类数均是最高的, 珠江口断面 4 季渔获物种类数也较高, 汕头断面则 4 季种类数均最少。

表 3 鱼类、头足类和甲壳类 3 大类群重量组成(%)的断面分布

Tab. 3 Weight composition (%) of the three groups along transects

类群	湛江断面	阳江断面	珠江口断面	红海湾断面	汕头断面
鱼类	78.44	76.32	83.53	79.97	77.20
头足类	13.85	10.65	10.88	11.24	12.15
甲壳类	7.71	13.03	5.59	8.79	10.65

渔获物种类数的水深分布同样出现季节变化, 春季以 40m 和 60m 水深最高, 80m 和 30m 水深次之; 夏季以 60m 和 80m 水深较高, 10m、30m 和 40m 水深的种类数量次之; 秋季渔业资源种类数量 40m 和 80m 水深较高, 60m 和 180m 水深次之; 冬季渔业资源种类数量 60m 和 80m 水深最高, 40m 和 100m 水深次之(表 4)。春季在较浅的水域出现高的种类数, 而其他季节则均在 60—80m 种类数最高。这是春季较多鱼类种类移动到近海海域产卵的缘故。

2.1.2 鱼类、头足类和甲壳类 3 大类群组成的空间分布

在 2006—2007 年 4 个季度底拖网渔获物中, 鱼类、头足类和甲壳类 3 大类群的重量组成比例大约为 80:12:8。3 类群在断面分布中(表 3), 鱼类所占比例以珠江口断面最大, 为 83.53%, 其次是红海湾断面, 为 79.97%, 阳江断面比例最小, 为 76.32%; 头足类所占比例以湛江断面最大, 为 13.85%, 其次为汕头断面(12.15%), 阳江断面最小(10.65%); 甲壳类所占比例以阳江断面最大, 为 13.03%, 其次是汕头断面, 10.65%, 最小是珠江口断面, 5.59%。说明头足类以湛江和汕头海域数量较多, 甲壳类以阳江海域数量较多, 鱼类则以珠江口海域数量较多。

3 大类群在不同水深中的分布见表 4, 鱼类在 10m 和 20m 水深组的渔获比例较小, 只有占一半略

多,到了 30m 水深组鱼类所占比例明显上升,达到 79.40%,之后到 100m 水深组的渔获比例较为稳定,140m 水深组以上鱼类的渔获比例又开始上升,到 180m 水深组达到最高,为 93.03%。头足类的渔获比例以 40—100m 水深组比例最高,100m 水深组的比例最大为 24.22%,而浅水区和深水区头足类渔获比例均低,尤其以 10m 和 180m 水深组比例最低。甲壳类则主要分布在浅水区,以 10m 和 20m 水深组比例最高,达 40%以上,30m 水深组以上的海域甲壳类明显减少,100m 以上的海域甲壳类渔获比例很低。

由此可见,鱼类的渔获比例随水深的增加而增加,但在 30—100m 海域渔获比例较为稳定,头足类则主要以 40—100m 海域渔获比例较高,浅水区和深水区均较低,甲壳类则主要分布于 10—20m 浅水区,深水区分布很少。

2.1.3 鱼类优势种类的空间分布

2.1.3.1 断面分布

把重量百分比占 2% 以上的优势种按断面分别统计于表 5,5 个断面优势种的数量为 7—13 种,占该断面总渔获量的比例为 38.3%—44.1%。而从全海域看,优势种的数量有 8 种,仅占全海域总渔获量的 25.2%,第 1 优势种的百分比也只有 4.4%。由此可见,全海域鱼类的优势种是很不明显的,而断面的优势种则比较明显。

红海湾断面的优势种最为明显,优势种数只有 7 种,但占该断面总渔获量的 38.3%,第 1 和第 2 优势种比例均较高,分别占 12.8% 和 8.3%。汕头断面的优势种也比较明显,优势种数有 9 种,占总渔获量的 42.8%,第 1 和第 2 优势种分别占 11.2% 和 6.6%。珠江口断面的优势种最不明显,优势种数 13 种,占总渔获量 44.09%,第 1 和第 2 优势种分别只占 8.2% 和 5.1%。

5 个断面的第 1 优势种均不相同,从湛江至汕头断面的第 1 优势种分别为六指马鲛、竹筴鱼、单棘豹鲂鲷、斑纹扁魮和大头狗母鱼,说明这些优势种的区域分布比较明显。深水金线鱼在在珠江口以东海域(湛江至珠江口断面)均为第 2 优势种,说明这是分布较广的优势种,因此从全海域看,深水金线鱼是第 1 优势种。条尾鲱鲤是分布更为广泛的优势种,在湛江、阳江、珠江口和汕头断面均是优势种,不过优势度不高,在全海域位居第 3。黄鳍马面鲀是珠江口以西海域(珠江口至汕头断面)的优势种,在全海域居第 5 位。

表 5 优势种沿断面分布

Tab. 5 Dominant species along transects

断面	优势种 (> 2%)	优势种重量百分比/%
湛江断面	六指马鲛 <i>Polynemus sextarius</i>	9.5
	深水金线鱼 <i>Nemipterus bathybius</i>	5.9
	大甲鲈 <i>Megalapis cordyla</i>	5.1
	古氏魮 <i>Dasyatis kuhli</i>	4.4
	鹤海鳗 <i>Muraenesox talabonoides</i>	4.3
	条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	3.4
	圆鳞发光鲷 <i>Acropoma hanedai</i>	3.4
	发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>	2.3
	斑鲳 <i>Raja kanojei</i>	2.0
	海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	2.0
合计	42.3	
阳江断面	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicas</i>	10.1
	深水金线鱼 <i>Nemipterus bathybius</i>	8.1
	单棘豹鲂鲷 <i>Daicocus peterseni</i>	4.0
	条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	3.0
	弓背锯齿鱼 <i>Champsodon atridorsalis</i>	2.8
	棕腹刺鲀 <i>Gastrophysus spadiceus</i>	2.8
	二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i>	2.4
	多齿蛇鲻 <i>Saurida tumbil</i>	2.3
	花斑蛇鲻 <i>Saurida undosquamis</i>	2.0
	阴影绒毛鲨 <i>Cephaloscyllium umbratile</i>	2.0
合计	39.7	
珠江口断面	单棘豹鲂鲷 <i>Daicocus peterseni</i>	8.2
	深水金线鱼 <i>Nemipterus bathybius</i>	5.1
	密斑马面鲀 <i>Navodon tessellates</i>	4.0
	黄鳍马面鲀 <i>Navodon xanthopterus</i>	3.5
	条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	3.5
	圆鳞发光鲷 <i>Acropoma hanedai</i>	2.9
	黑鲷 <i>Lophiomus setigerus</i>	2.7
	高菱鲷 <i>Antigonia capros</i>	2.6
	曾氏兔银鲛 <i>Hydrolagus isengi</i>	2.6
	海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	2.5
前鳍星鲨 <i>Mustelus kanekonis</i>	2.2	
粗纹鳐 <i>Leiognathus lineolatus</i>	2.2	
六指马鲛 <i>Polynemus sextarius</i>	2.2	
合计	44.1	
红海湾断面	斑纹扁魮 <i>Urolophus marmoratus</i>	12.8
	灰软鱼 <i>Malakichthys griseus</i>	8.3
	龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	5.6
	尖头斜齿鲨 <i>Scoliodon sorrakowah</i>	3.6
	黄鳍马面鲀 <i>Navodon xanthopterus</i>	2.9
	二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i>	2.6
	灰星鲨 <i>Mustelus griseus</i>	2.5
合计	38.3	
汕头断面	大头狗母鱼 <i>Trachinocephalus myops</i>	11.2
	黄鳍马面鲀 <i>Navodon xanthopterus</i>	6.6
	条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	5.1
	褐黄扁魮 <i>Urolophus aurantiacus</i>	3.9
	松球鱼 <i>Monocentrus japonicas</i>	3.8
	小点石斑鱼 <i>Epinephelus epistictus</i>	3.4
	黑鲷 <i>Lophiomus setigerus</i>	3.3
	斑纹扁魮 <i>Urolophus marmoratus</i>	2.9
长蛇鲻 <i>Saurida elongate</i>	2.6	
合计	42.8	
全海域	深水金线鱼 <i>Nemipterus bathybius</i>	4.4
	单棘豹鲂鲷 <i>Daicocus peterseni</i>	4.2
	条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	3.1
	六指马鲛 <i>Navodon xanthopterus</i>	3.1
	黄鳍马面鲀 <i>Navodon xanthopterus</i>	2.9
	斑纹扁魮 <i>Urolophus marmoratus</i>	2.9
	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicas</i>	2.6
	黑鲷 <i>Lophiomus setigerus</i>	2.0
合计	22.3	

2.1.3.2 水深分布

如果按不同水深组统计(表 6), 鱼类的优势种也有明显不同。

10—30m 水深组, 以龙头鱼占比较明显的优势, 为 13.2%, 其次大甲鲈、白姑鱼、六指马鲛和古氏鲳优势度也较高, 在 5%—9%之间, 百分比占 2% 以上的种类有 14 种。

30—60m 水深组, 六指马鲛上升为第 1 优势种, 为 10.2%, 后面的优势种依次为粗纹鲷、二长棘鲷、

鹤海鳗、多齿蛇鲻和花斑蛇鲻, 在 4%—6%之间, 百分比占 2% 以上的种类也有 14 种。

60—90m 水深组, 优势种以黄鳍马面鲀、条尾鲱鲤、大头狗母鱼和深水金线鱼为主, 百分组组成在 6%—11%之间, 百分比占 2% 以上的种类只有 9 种, 优势种类较少。

90—120m 水深组, 优势种相当明显, 以深水金线鱼占 18.5%居首位, 其次黄鳍马面鲀和条尾鲱鲤依然是比较明显的优势种, 百分比占 2% 以上的种类有 11 种。

表 6 优势种沿水深梯度分布

Tab. 6 Dominant species at various depth

水深/m	优势种 (> 2%)	重量百分比/%	水深/m	优势种 (> 2%)	重量百分比/%	
10—30	龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	13.2		长蛇鲻 <i>Saurida elongate</i>	2.1	
	大甲鲈 <i>Megalapis cordyla</i>	9.0		粗纹鲷 <i>Leiognathus lineolatus</i>	2.1	
	白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	7.1		花斑蛇鲻 <i>Saurida undosquamis</i>	2.1	
	六指马鲛 <i>Polynemus sextarius</i>	6.6	90—120	深水金线鱼 <i>Nemipterus bathybius</i>	18.5	
	古氏鲳 <i>Dasyatis kuhli</i>	5.7		条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	10.0	
	棕腹刺鲀 <i>Gastrophysus spadiceus</i>	4.3		黄鳍马面鲀 <i>Navodon xanthopterus</i>	9.9	
	鹿斑鲷 <i>Leiognathus ruconius</i>	3.0		黑鲷 <i>Lophiomus setigerus</i>	4.8	
	黄鳍马面鲀 <i>Navodon xanthopterus</i>	2.5		大头狗母鱼 <i>Trachinocephalus myops</i>	3.5	
	灰鲳 <i>Pampus nozawae</i>	2.5		单棘豹鲂鲷 <i>Daicocus peterseni</i>	2.8	
	皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengeri</i>	2.3		海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	2.8	
	黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	2.3		叉斑狗母鱼 <i>Synodus macrops</i>	2.8	
	中华海鲂 <i>Arius sinensis</i>	2.1		金线鱼 <i>Nemipterus virgatus</i>	2.4	
	带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>	2.0		弓背鲳齿鱼 <i>Champsodon atridorsalis</i>	2.3	
	黑边康吉鳗 <i>Congrina retrotincta</i>	2.0		斑鲻 <i>Raja kanojei</i>	2.1	
30—60	六指马鲛 <i>Polynemus sextarius</i>	10.2	120—200	单棘豹鲂鲷 <i>Daicocus peterseni</i>	7.4	
	粗纹鲷 <i>Leiognathus lineolatus</i>	5.7		斑纹扁鲷 <i>Urolophus marmoratus</i>	6.8	
	二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i>	5.3		竹筴鱼 <i>Trachurus japonicas</i>	5.3	
	鹤海鳗 <i>Muraenesox talabonoides</i>	4.1		圆鳞发光鲷 <i>Acropoma hanedai</i>	4.0	
	多齿蛇鲻 <i>Saurida tumbil</i>	4.1		灰软鱼 <i>Malakichthys griseus</i>	3.8	
	花斑蛇鲻 <i>Saurida undosquamis</i>	4.0		深水金线鱼 <i>Nemipterus bathybius</i>	3.7	
	单角革鲀 <i>Alutera monoceros</i>	2.9		曾氏兔银鲛 <i>Hydrolagus isengi</i>	2.9	
	鲑点石斑鱼 <i>Epinephelus fario</i>	2.9		斑鲻 <i>Raja kanojei</i>	2.5	
	棕腹刺鲀 <i>Gastrophysus spadiceus</i>	2.8		黑鲷 <i>Lophiomus setigerus</i>	2.5	
	刺鲳 <i>Psenopsis anomala</i>	2.7		密斑马面鲀 <i>Navodon tessellates</i>	2.4	
	带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>	2.4		尖头斜齿鲨 <i>Scoliodon sorrakowah</i>	2.3	
	条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	2.4		松球鱼 <i>Monocentrus japonicas</i>	2.3	
	海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	2.2		全海域	深水金线鱼 <i>Nemipterus bathybius</i>	4.4
	白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	2.1			单棘豹鲂鲷 <i>Daicocus peterseni</i>	4.2
60—90	黄鳍马面鲀 <i>Navodon xanthopterus</i>	10.7	条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	3.1		
	条尾鲱鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	10.0	六指马鲛 <i>Polynemus sextarius</i>	3.1		
	大头狗母鱼 <i>Trachinocephalus myops</i>	8.1	黄鳍马面鲀 <i>Navodon xanthopterus</i>	2.9		
	深水金线鱼 <i>Nemipterus bathybius</i>	6.1	斑纹扁鲷 <i>Urolophus marmoratus</i>	2.9		
	单角革鲀 <i>Alutera monoceros</i>	3.3	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicas</i>	2.6		
黑鲷 <i>Lophiomus setigerus</i>	2.2	黑鲷 <i>Lophiomus setigerus</i>	2.0			

120—200m 水深组, 优势种较不明显, 以单棘豹鲂鮄占 7.4% 居第 1 位, 其次是斑纹扁魮、竹筴鱼、圆鳞发光鲷, 在 4%—7% 之间, 百分比占 2% 以上的种类有 12 种。

综合来看, 鱼类最主要的优势种有深水金线鱼、黄鳍马面鲀、条尾鲱鲤、单棘豹鲂鮄、六指马鲛和龙头鱼 6 种。其中, 深水金线鱼主要在 90—120m 水深组占优势, 其次在 60—90m 和 120—200m 水深组也属于优势种, 但优势度明显降低。黄鳍马面鲀在 60—90m 水深组为第 1 优势种, 在 90—120m 水深组为第 3 优势种, 其它水深组不属优势种。条尾鲱鲤在 90—120m 和 60—90m 均为第 2 优势种, 其他水深优势度均较低。单棘豹鲂鮄在 120—200m 为第 1 优势种, 在 90—120m 为第 6 优势种。六指马鲛在 30—60m 为第 1 优势种, 10—30m 也有一定的优势度, 居第 4 位。龙头鱼仅在 10—30m 占明显优势, 其他水深均分布量很少。

2.2 渔获率的空间分布

2.2.1 鱼类

从渔获率的断面分布看, 5 个调查断面鱼类平均渔获率在 45.80—75.06 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 之间, 有较大差别。以珠江口和粤西海域渔获率较高, 粤东海域较低, 尤其是汕头海域最低(表 7)。鱼类渔获率的断面分布在各个季节有所不同。

春季渔获率以珠江口断面最高, 为 96.45 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 明显高于其他断面, 另外粤西断面略高于粤东断面。最低是红海湾断面 41.98 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。夏季以红海湾断面最高, 为 112.52 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 其次是阳江断面 94.88 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 最低是湛江断面 61.77 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$; 秋季以湛江断面最高, 为 79.10 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 最低是汕头断面, 为 33.00 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$; 冬季以粤西 2 个断面较高, 阳江断面最高 73.26 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 最低是汕头断面 29.62 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ (表 7)。

从断面分布的季节变化看, 春季鱼类主要分布于珠江口断面, 夏季鱼类密集区向珠江口两侧的红

表 7 鱼类渔获率($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$)沿断面分布

Tab. 7 Catch rate ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$) of fish along transects

季节	湛江断面	阳江断面	珠江口断面	红海湾断面	汕头断面
春季	62.17	65.81	96.45	41.98	54.56
夏季	61.77	94.88	77.56	112.52	66.03
秋季	79.10	59.67	66.82	37.06	33.00
冬季	70.06	73.26	59.42	59.22	29.62
平均	68.28	73.41	75.06	62.70	45.80

海湾断面和阳江断面移动, 秋季和冬季断面渔获率比春夏季低, 但粤西断面明显高于粤东断面, 珠江口断面居中。

从水深分布看(表 8), 鱼类渔获率随海域水深的增加而增加, 尤以 180m 这一水深梯级渔获率提高最为明显, 各个水深层的渔获率变化范围为 33.47—139.99 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

表 8 鱼类渔获率($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$)沿水深梯度分布

Tab. 8 Catch rate ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$) of fish at various depth

水深/m	春季	夏季	秋季	冬季	平均
10	18.49	37.54	63.72	31.95	37.93
20	27.66	36.08	42.50	27.64	33.47
30	51.13	40.06	33.13	29.35	38.42
40	42.33	36.75	40.62	71.25	47.74
60	70.08	56.99	48.15	47.50	55.68
80	70.91	55.25	63.19	47.22	59.14
100	85.32	86.56	56.10	38.87	66.71
140	92.14	149.33	47.65	41.73	82.71
180	94.03	239.91	81.68	144.32	139.99

在不同季节里, 渔获率沿水深变化的情况有所不同, 渔获率随水深增加而增加的变化规律以夏季最为明显, 特别是在水深 80m 以后, 渔获率随水深增加而迅速上升, 到 180m 渔获率达 239.91 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。春季渔获率总体上呈随水深增加而上升的趋势, 但上升趋势较缓。秋季和冬季渔获率随水深分布较不规律, 只是在 180m 水深组渔获率明显高于其他水深。

2.2.2 头足类

头足类在各个断面的平均渔获率变动范围为 7.21—12.06 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 之间, 变动范围较小, 以粤西和珠江口海域的渔获率较高, 粤东海域较低。最高渔获率是粤西的湛江断面, 最低渔获率为汕头断面(表 9)。

表 9 头足类渔获率($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$)沿断面分布

Tab. 9 Catch rate ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$) of cephalopoda along transects

季节	湛江断面	阳江断面	珠江口断面	红海湾断面	汕头断面
春季	7.93	7.47	11.22	3.73	4.94
夏季	13.94	18.68	9.18	21.88	5.97
秋季	16.86	8.36	11.51	4.34	11.85
冬季	9.49	6.44	6.69	5.30	6.07
平均	12.06	10.24	9.65	8.81	7.21

春季渔获率珠江口断面明显高于其他断面, 为 11.22 $\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$, 最低是红海湾断面 3.73 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$; 夏季高渔

获率出现在红海湾断面和阳江断面, 分别为 $21.88\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 和 $18.68\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 最低是汕头断面 $5.97\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。秋季以湛江断面最高, 为 $16.86\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 其次是汕头和珠江口断面, 最低是红海湾断面, 为 $4.34\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。冬季头足类渔获率普遍较低, 以湛江断面最高, 为 $9.49\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 最低是红海湾断面 $5.30\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

头足类渔获率在断面间的变动与鱼类相似, 春季以珠江口断面最高, 其次粤西高于粤东, 夏季头足类高渔获率向珠江口两侧的红海湾断面和阳江断面转移, 秋季和冬季继续向西转移, 以湛江断面最高。

从水深分布看(表 10), 头足类渔获率在 100m 水深以内随水深的增加而增加, 以 100m 水深组最高, 达 $21.94\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 100m 水深以上渔获率明显下降, 140—180m 水深的渔获率与 40—60m 水深相当, 大约在 $10\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

表 10 头足类渔获率($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$)沿海域水深梯度分布
Tab. 10 Catch rate($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$) of cephalopoda at various depth

水深/m	春季	夏季	秋季	冬季	平均
10	3.33	3.18	2.01	1.97	2.62
20	6.94	0.69	3.93	2.54	3.53
30	5.70	5.35	7.86	5.10	6.00
40	4.10	8.62	15.83	6.32	8.72
60	5.11	10.19	19.30	9.30	10.98
80	7.46	20.61	10.90	13.73	13.18
100	22.81	33.60	17.26	14.10	21.94
140	2.17	22.72	10.27	3.88	9.76
180	5.13	20.27	7.96	3.08	9.11

头足类渔获率在 100m 水深以内随水深的增加而增加的趋势以夏季最为明显, 10m 水深组渔获率为 $3.18\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 到 100m 水深组达 $33.60\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 之后 140m 和 180m 水深组渔获率虽然明显下降, 但也是比较高的, 达 $20\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上。冬季, 头足类渔获率的分布也符合这个规律, 但冬季头足类渔获率总体较小, 10m 水深组的渔获率最小, 为 $1.97\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 到 100m 水深组达到最高, 为 $14.10\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 之后 140m 和 180m 水深组渔获率下降相当明显, 只有 3.08 — $3.88\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。秋季渔获率也基本呈现随水深增加而增加的趋势, 但在 60m 水深组即达到最高。春季渔获率随水深增加而增加的趋势最不明显, 除 100m 水深组的渔获率很高($22.81\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$)以外, 其他水深组的渔获率均很低。

2.2.3 甲壳类

甲壳类渔获率断面分布以阳江断面最高, 为

$12.53\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 大大高于其他 4 个断面, 最低断面为珠江口 $4.96\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 其他 3 个断面相差不大(表 11)。

表 11 甲壳类渔获率($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$)沿断面分布
Tab. 11 Catch rate($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$) of crustacea along transects

季节	湛江断面	阳江断面	珠江口断面	红海湾断面	汕头断面
春季	8.09	5.04	5.83	6.49	5.47
夏季	6.62	6.84	4.25	3.05	8.01
秋季	9.09	32.84	6.92	12.82	8.00
冬季	3.03	5.40	2.82	5.21	3.80
平均	6.71	12.53	4.96	6.89	6.32

春季甲壳类渔获率的断面分布比较均匀, 以湛江断面较高, 为 $8.09\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 最低是阳江断面 $5.04\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。夏季渔获率最高的断面是汕头, 为 $8.01\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 最低是红海湾断面 $3.05\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。秋季渔获率为 4 季中最高, 阳江断面的渔获率达 $32.841\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 远高于其他断面, 最低是珠江口断面 $6.92\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。冬季渔获率普遍较低, 断面平均渔获率的变化范围仅为 282 — $5.40\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

表 12 表明, 甲壳类主要分布在 30m 以浅海域, 尤其以 10m 水深组渔获率最高, 达 $18.08\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 在 30—140m 水深组, 渔获率随水深的增加而有所减小, 但变化幅度很小, 到 140m 渔获率下降较为明显, 并达到最低, 仅为 $1.19\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 之后 180m 水深组的渔获率有较明显的回升, 为 $2.67\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 。180m 水深组甲壳类渔获率的突然增加, 说明 180m 水深以上的海域可能有不同种群的甲壳类加入, 这将在文章后面加以讨论。

表 12 甲壳类渔获率($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$)沿水深梯度分布
Tab. 12 Catch rate($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$) of crustacea at various depth

水深/m	春季	夏季	秋季	冬季	平均
10	7.27	10.84	46.23	7.98	18.08
20	8.68	13.48	19.02	8.88	12.52
30	8.14	9.38	5.18	5.39	7.02
40	8.09	3.39	7.07	1.81	5.09
60	6.22	3.87	8.98	3.83	5.73
80	7.42	3.26	3.13	2.50	4.08
100	2.66	3.69	1.33	2.08	2.44
140	2.31	0.94	0.53	0.98	1.19
180	4.09	2.21	1.34	3.02	2.67

在不同季节里, 夏、秋、冬 3 季甲壳类渔获率沿水深变化的趋势基本一致, 只有春季有所不同, 春季甲壳类 10m 和 20m 水深组的渔获率并不高, 与

30—80m 水深组差不多,到 100m 水深组以后渔获率才开始下降。

2.3 种类丰富度的空间分布

种类丰富度 D 沿不同断面的分布见表 13。在各断面中,湛江与珠江口断面具有较高的种类丰富度,其中,湛江断面种类丰富度最高,平均值达到 16.69,汕头断面的种类丰富度最低,为 13.57。在各季节中,种类丰富度断面分布有所不同,春季以湛江与红海湾断面具有较高的种类丰富度值,其中,湛江断面种类丰富度最高,为 18.19,汕头断面最低,为 12.75;夏季以湛江与珠江口断面具有较高的种类丰富度值,其中,珠江口断面种类丰富度最高,为 16.51,红海湾断面最低,为 13.82;秋季以湛江与珠江口断面具有较高的种类丰富度,其中,湛江断面种类丰富度最高,为 19.21,汕头断面种类丰富度最低,为 15.95;冬季以珠江口和湛江断面具有较高的种类丰富度值,其中,珠江口断面种类丰富度最高,为 14.46,汕头断面最低,为 10.80。

表 13 种类丰富度 D 沿断面分布

Tab. 13 Distribution of species richness index D along transects

季节	湛江断面	阳江断面	珠江口断面	红海湾断面	汕头断面
春季	18.19	14.44	15.36	17.4	12.75
夏季	16.01	13.97	16.51	13.82	14.76
秋季	19.21	17.64	19.17	17.54	15.95
冬季	13.36	11.86	14.46	12.05	10.8
平均	16.69	14.48	16.38	15.2	13.57

种类丰富度 D 沿水深梯度的变化呈非对称正态分布(表 14),沿水深分布的种类丰富度,在 40、60、80m 处具有较高的值,其中,80m 处达到最高值,为

表 14 种类丰富度 D 沿水深梯度分布

Tab. 14 Distribution of species richness index D at various depth

水深/m	春季	夏季	秋季	冬季	平均
10	8.92	10.16	8.89	5.33	8.33
20	9.39	9.99	8.73	6.07	8.55
30	9.69	9.65	11.66	7.45	9.61
40	12.03	9.99	14.67	8.23	11.23
60	10.58	12.06	14.03	10.88	11.89
80	10.59	13.01	13.91	10.15	12.01
100	9.37	9.37	11.12	10.06	9.98
140	10.57	9.17	10.48	9.71	9.98
180	9.32	8.66	13.34	8.73	10.01
平均	10.09	10.23	11.87	8.51	10.18

12.01; 10、20、30m 水深处的平均种类丰富度值较低,10m 水深处具有最低值 8.33。在各季节中,种类丰富度沿水深分布有所不同,春季,40、60、80、140m 水深处种类丰富度值较高,其中,40m 水深处具有最高的种类丰富度 12.03;夏季,10、60、80m 水深处种类丰富度值较高,其中,80m 水深处种类丰富度最高,达到 13.01;秋季,40、60、80、180m 水深处具有较高的种类丰富度值,其中,40m 水深处种类丰富度最高,达到 14.67。冬季,40、60、80m 水深处的种类丰富度值较高,其中,80m 处具有最高的种类丰富度值 12.01。

3 讨论

3.1 种类更替现象

在底拖网渔获物中,主要由鱼类、头足类和甲壳类 3 大类群组成,从南海北部海区不同年代调查结果来看,3 大类群百分组成有较明显的变化,1964—1965 年^[13] 3 大类群百分组成的比例为 93 : 5 : 2,1997—1999 年^[3] 的比例为 89:8:3,本次调查为 80 : 12 : 8。由此可见,头足类在底拖网渔获物中的比例上升比较明显,郭金富^[9]根据生产统计资料,也表明 1984—1992 年期间,头足类的资源密度指数呈现明显上升的趋势。由此说明,在鱼类资源明显衰退的同时,头足类资源并没有衰退,这是由于头足类生命周期短,资源更新快,对捕捞压力的承受能力较强,而且在大型优质鱼类资源衰退以后,头足类减少了食物竞争,获得了更大生长繁殖空间,因而其资源密度反而呈现上升的趋势,成为资源衰退后的更替品种^[10]。

此外,成为渔业资源衰退的更替品种主要还有一些小杂鱼类,如发光鲷、鲷科鱼类等。本次调查发光鲷、弓背鳄齿鱼和鲷科鱼在湛江至珠江口断面均成为优势种,而这些鱼类在 20 世纪 60 年代的渔获率很低,尤其是发光鲷和弓背鳄齿鱼是数量很低的小杂鱼^[1]。由于这些种类均具有生命周期短,繁殖快,个体小,数量大的特点,容易成为大型优质鱼类衰退后的更替品种,袁尉文^[10]研究北部湾底层渔业资源的种类更替现象,乔延龙等^[11-12]分析北部湾渔业生物群落结构,也得出了同样的种类变化趋势,而且这种变化趋势在北部湾更加明显。

3.2 种类的空间分布

南海北部海域渔业资源种类数的空间分布仍无人进行探讨,从本次调查结果来看,种类数最多的水深是 40—80m,种类丰富度最大值也是分布在

这一水深组, 南海北部大陆架海域的最大水深约 200m, 说明种类最丰富的海域是大陆架中部偏浅的区域, 这种分布呈正态分布规律, 而在墨西哥湾北部深海底层鱼类的种类丰富度 D 随水深增加而增加^[13], 说明大陆架区的种类分布与深海区有所不同, 有关研究表明, 渔业资源分布与水深关系密切, 常常呈带状分布格局^[14-15]。

在区域分布上, 以湛江断面和珠江口断面的种类数较多, 这可能与河口的冲淡水以及上升流区有关, 咸淡水混合区及上升流区生产力高, 浮游生物丰富, 两者均是重要渔场。在珠江口断面上, 万山群岛附近存在明显的上升流区, 在湛江断面上, 海南岛东面也存在上升流区^[16]。

3.3 渔获率的空间分布

从断面分布看, 鱼类渔获率呈现以珠江口最高, 粤西明显高于粤东, 并以汕头断面最低的总体分布格局, 这种布局说明渔获率分布与珠江径流有密切关系。珠江径流流量大, 营养物质丰富, 能为浮游生物繁殖提供物质基础, 而浮游生物又是鱼类的食物基础, 因而规模较大的江河径流所影响的海域, 一

般都是重要的渔场, 具有较高的渔获率。珠江径流影响河口区大部分海域, 使珠江口外海域成为南海北部重要渔场^[1-2], 因此, 本次调查珠江口断面取得了最高的渔获率。径流入海后往西岸海域漂流, 影响粤西海域, 使阳江和湛江断面也具有较高的渔获率。汕头断面不受珠江径流影响, 只受流量很小的韩江影响, 故渔获率最低。

从水深分布看, 渔获率呈现承水深增加而增加的趋势, 在 180m 水深组, 渔获率增加尤其明显。在过去的调查中, 这种趋势并不明显, 南海北部海域主要受南海暖流和江河径流的影响, 由于江河较多, 地形复杂, 形成了多处海洋锋面和上升流区, 因此渔场分布较广, 海洋锋主要出现在 40m 等深线以浅处, 称为沿岸锋, 使这一海域成为优良渔场^[16]。从 1980 年以后, 在强大捕捞压力下, 传统渔汛逐步消失, 至 2000 年前后, 已基本没有明显的汛期出现, 因此近海海域较少有高渔获率出现^[17]。说明本次调查呈现的渔获率随水深增加而增大的分布趋势, 是由于沿岸和近海的捕捞压力较大, 资源受破坏的程度较为严重所致。

参考文献

- [1] 中华人民共和国水产部南海水产研究所. 南海北部底拖网鱼类资源调查报告: 第三册[R]. 广州: 水产部南海水产研究所, 1966: 218-334.
- [2] 中华人民共和国水产部南海水产研究所. 南海北部大陆架外海底拖网鱼类资源调查报告: 上册[R]. 广州: 国家水产总局南海水产研究所, 1979: 43-130.
- [3] 贾晓平, 李永振, 李纯厚等. 南海专属经济区和大陆架渔业生态环境与渔业资源[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 399-542.
- [4] 费鸿年, 何宝全, 陈国铭. 南海北部大陆架底栖鱼群聚的多样性以及优势种区域的季节变化[J]. 水产学报, 1981, 5(1): 1-20.
- [5] 邱永松. 南海北部大陆架鱼类群落的区域性变化[J]. 水产学报, 1988, 12(4): 303-313.
- [6] 江艳娥, 林昭进, 黄梓荣. 南海北部大陆架区渔业生物多样性研究[J]. 南方水产, 2009, 5(5): 32-37.
- [7] 黄梓荣, 陈作志, 曾晓光. 南海北部海区软骨鱼类种类组成和资源密度分布[J]. 台湾海峡, 2009, 28(1): 38-44.
- [8] 马克平. 生物群落多样性的测定方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 141-165.
- [9] 郭金富. 北部湾头足类的数量变动和分布研究[J]. 南海水产研究, 1995, 10: 15-26.
- [10] 袁蔚文. 北部湾底层渔业资源的数量变动和种类更替[J]. 中国水产科学, 1995, 2(2): 57-65.
- [11] 乔延龙, 林昭进, 邱永松. 北部湾秋、冬季渔业生物群落结构特征的变化[J]. 广西师范大学学报: 自然科学版, 2008, 26(1): 100-104.
- [12] 乔延龙, 陈作志, 林昭进. 北部湾春、秋季渔业生物群落结构的变化[J]. 中国水产科学, 2008, 15(5): 816-821.
- [13] POWELL M S, HAEDRICH, et al. The deep-sea demersal fish fauna of the northern gulf of Mexico[J]. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 2003, 31: 19-33.
- [14] HAEDRICH, L R, KREFFT G. Distribution of Bottom fishes in the Denmark Strait and Irminger Sea[J]. Deep Sea Research, 1978, 25(8): 705-720.
- [15] HAEDRICH, L R. The megabenthic fauna in the deep sea South of New England[J]. Marine Biology, 1980, 57(3): 165-179.
- [16] 农牧渔业部水产局, 农牧渔业部南海区渔业指挥部. 南海区渔业资源调查和区划[M]. 广州: 广东科技出版社, 1989: 30.
- [17] 邱永松, 曾晓光, 陈涛, 等. 南海渔业资源与渔业管理[M]. 北京: 海洋出版社, 2008: 1-187.